2. කෝස්ටික් සෝඩා (NaOH) නිෂ්පාදනය

- පිරිසිදු සාන්ද්‍ර NaCl ද්‍රාවණයක් **බ්‍රයින්** ලෙස හැඳින්වේ. **බ්‍රයින්** ද්‍රාවණයක් විද්‍යුත් විච්ඡේදනය කිරීම මඟින් NaOH නිෂ්පාදනය කරනු ලබයි. අතුරු ඵල ලෙස කැතෝඩය අසලින් H2 වායුව හා ඇනෝඩය අසලින් Cl2 වායුව පිට වේ.

$$NaCl_{(s)} + ජලය \longrightarrow NaCl_{(aq)}$$
$$2NaCl_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \longrightarrow 2NaOH_{(aq)} + Cl_{2(g)} + H2_{(g)}$$

- විද්‍යුත් විච්ඡේදනය මඟින් කොස්ටික් සෝඩා නිෂ්පාදනය කිරීමට භාවිත කරන කෝෂ **<u>ක්ලෝරෝඇල්කලි කෝෂ</u>** ලෙස හැඳින්වේ. ඒවා තුන් වර්ගයකි.
  a) රසදිය කෝෂ b) ප්‍රාචීර කෝෂ c) පටල කෝෂ

- රසදිය කෝෂ ක්‍රමය පදනම් කර ගෙන මුල් යුගයේ දී NaOH නිෂ්පාදනය කරන ලදි. එහෙත් පරිසරයට රසදිය නිදහස් වීමට හැකියාවක් තිබීම හා නිපදවන NaOH ආශ්‍රිතව ඉතා ස්වල්ප වශයෙන් රසදිය අන්තර්ගතව තිබීම එහි ප්‍රධාන අවාසි වේ.
- පටල කෝෂය හා ප්‍රාචීර කෝෂය බොහෝ දුරට එක සමාන වේ.
- ප්‍රධානතම වෙනස වන්නේ ප්‍රාචීරයක් වෙනුවට, පටල කෝෂයේ දී ඇනෝඩය හා කැතෝඩය වෙන් කිරීමට Na+ අයන සඳහා පාරගම්‍ය පටලයක් යොදා තිබීම වේ.
- පටල කෝෂය හා සැසඳූ විට දී ප්‍රාචීර කෝෂයේ ඇනෝඩ කුටීරයේ ද්‍රව මට්ටම කැතෝඩ කුටීරයේ ද්‍රව මට්ටමට වඩා වැඩිය. ඒ නිසා ඇස්බැස්ටෝස් ප්‍රාචීරය හරහා ද්‍රවස්තිථික පීඩනයක් ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයේ සිට කැතෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට ක්‍රියාත්මක වේ. ඇනෝඩ කුටීරයේ සිට කැතෝඩ කුටීරයට Na+ අයන සංක්‍රමණය කරවීම කෙරෙහි ඒ ද්‍රවස්ථිතික පීඩනයේ බලපෑමක් ඇත. කැතෝඩ ද්‍රාවණයේ සිට ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය දක්වා OH^- අයන සංක්‍රමණය වීම වැළැක්වීමට ඒ ද්‍රවස්ථිතික පීඩන බලපෑම හේතු වේ.
- එහෙත් පටල කෝෂයේ දී ධන අයන සංක්‍රමණය සඳහා පමණක් ඉඩක් ඇති පටලයකින් කැතෝඩය හා ඇනෝඩය වෙන් කර ඇත.
- පටල කෝෂ භාවිතයේ වාසි ලෙස නිපදවන NaOH හි සංශුද්ධතාව ඉහළ වීම, අඩු විද්‍යුත් ප්‍රමාණයක් වැය වීම හා පාරිසරික බලපෑම් අවම වීම දැක්විය හැකි ය.

මේ විද්‍යුත් විච්ඡේදන ක්‍රියාවලියේ දී විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට යොදා ගන්නා විද්‍යුත් විභවය හා ඉලෙක්ට්‍රෝඩ පෘෂ්ඨයේ ඒකීය වර්ගඵලයකින් ඒකීය කාලයකදී පිට කරන ආරෝපණය වැදගත් සාධකයක් වේ. පහත වගුවේ එම තොරතුරු සපයා ඇත.

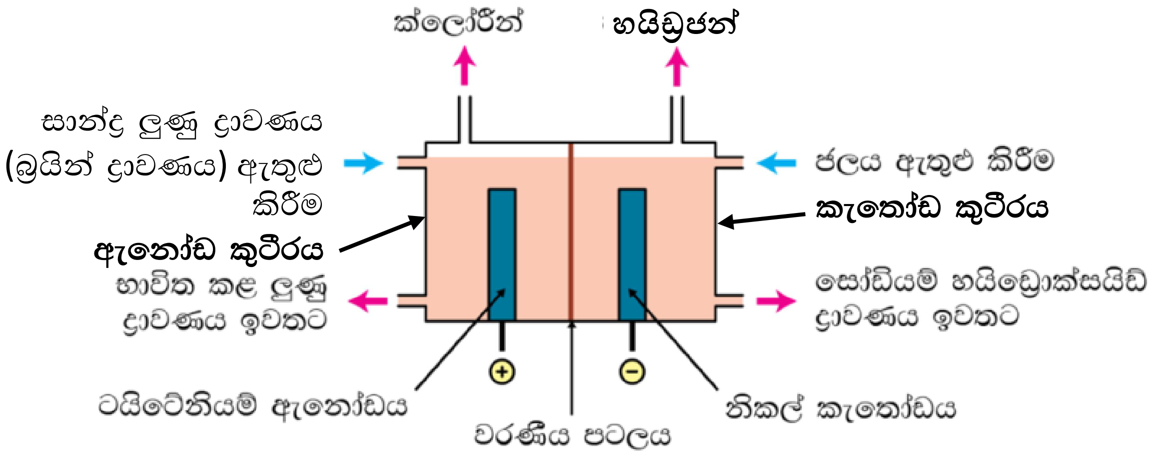
	රසදිය කෝෂ	ප්‍රාචීර කෝෂ	පටල කෝෂයේ
කෝෂ විභවය / V	-4.4	-3.45	-2.95
ධාරා ඝණත්වය / A cm^{-2}	1	0.2	0.4
NaOH සංයුතිය (w/w%)	50	12	35

පටල කෝෂ ක්‍රමය

- පටල කෝෂ ක්‍රමයේ දී භාවිත වන බ්‍රයින් ද්‍රාවණය ඉතා පිරිසිදු විය යුතුය.
- බ්‍රයින් ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව Mg^{2+}, Ca^{2+} හා $SO4^{2-}$ අයන තිබීම නිෂ්පාදන ක්‍රියාවලියට බාධා පමුණුවයි.
  - ද්‍රාවණය භාස්මික වත් ම මේ කැටායන අවක්ෂේප වීම නිසා කෝෂයේ ක්‍රියාකාරිත්වයට බාධා ඇති වේ.
  - මේ අයන NaOH ද්‍රාවණයට එකතු වීම නිසා කෝස්ටික් සෝඩාහි සංශුද්ධතාව අඩු වීම ද අවාසියකි. එබැවින් නිෂ්පාදනයට යොදා ගනු ලබන බ්‍රයින් ද්‍රාවණයේ මේ අපද්‍රව්‍ය අයන සාන්ද්‍රණය ඉතා පහළ මට්ටමක පැවතිය යුතු ය.
  - මුහුදු ජලය මඟින් නිස්සාරණය කරන ලුණු (NaCl) ආශ්‍රිතව Mg^{2+}, Ca^{2+} හා SO_4^{2-} අයන ඇත. ඒ අනුව මේ ලුණු මඟින් සාදන බ්‍රයින්හි වූ අපද්‍රව්‍ය අයන ඉවත් කිරීමට රසායනික පිරියම් කිරීම ඉතා වැදගත් පියවරකි.
  - ප්‍රමාණවත් පරිදි $BaCl_2$ එක් කිරීමෙන් SO_4^{2-} අයන $BaSO_4$ ලෙස අවක්ෂේප කර ඉවත් කළ හැකි ය.
  - ප්‍රමාණවත් ලෙස NaOH හා Na_2CO_3 එක් කළ විට දී Mg^{2+} හා Ca^{2+} අයන $Mg(OH)_2$ හා $CaCO_3$ ලෙස අවක්ෂේප කරවා ඉවත් කළ හැකි ය.

$$\mathbf{Mg^{2+}}_{(aq)} + 2NaOH_{(aq)} \longrightarrow Mg(OH)_{2(s)}\downarrow + 2Na^+$$
$$\mathbf{Ca^{2+}}_{(aq)} + Na_2CO_{3(aq)} \longrightarrow CaCO_{3(s)}\downarrow + 2Na^+$$
$$BaCl_{2(aq)} + \mathbf{SO_4^{2-}}_{(aq)} \longrightarrow BaSO_{4(s)}\downarrow + 2Cl^-$$

පහත දැක්වෙන්නේ පටල කෝෂයේ දළ ආකෘතියකි



<u>පියවර 1</u> – (Cl^- වල ඔක්සිකරණය)

ඉතා හොඳින් පිරිසිදු කර ගත් (අයන ඉවත් කළ) බ්‍රයින් ද්‍රාවණය (26% w/w), ඉහත දැක්වෙන පරිදි පටල කෝෂයේ ඇනෝඩ කුටීරයට ඇතුළු කරයි

- ඇනෝඩ කුටීරය තුළ ද්‍රාවණය ආශ්‍රිතව ආරම්භයේ දී ප්‍රධාන වශයෙන් Na^+ හා Cl^- අයන ඇති අතර ඉතා ස්වල්ප වශයෙන් ජලය විඝටනයෙන් ලැබෙන H^+ හා OH^- අයන ඇත.
- මෙහිදී Cl^- අයන Cl_2 ලෙස ඔක්සිකරණය වීමට අමතරව , OH^- අයන O_2 ලෙස ඔක්සිකරණය වීමේ සම්භාවිතාවයක් ඇත.

$4OH^-(aq) \longrightarrow O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e$

$2Cl^-(aq) \longrightarrow Cl_2(g) + 2e$

හේතුව -

OH^- අයන ඔක්සිකරණය වී O_2 නිදහස් කිරීමට ලබා දිය යුතු සම්මත විද්‍යුත් විභවය = 0.4 V

>

Cl^- අයන ඔක්සිකරණය කර Cl_2 නිදහස් කිරීමට ලබා දිය යුතු සම්මත විද්‍යුත් විභවය = 1.36 V

- මෙලෙස O_2 නිදහස් වීම අඩු කිරීමට විවිධ උපක්‍රම යොදා ඇත.

  1) **බ්‍රයින් ද්‍රාවණයේ ඇති NaCl සාන්ද්‍රණය ඉතා ඉහළ මට්ටමක පවත්වා ගැනීම**
     - එවිට සාපේක්ෂව ඉතා අඩු සාන්ද්‍රනයක් ඇති OH^- අයන හතරක් ඉලෙක්ට්‍රෝඩය මත එක් වී O_2 අණුවක් හා ජල අණු දෙකක් සෑදීම සඳහා ඇති සම්භාවිතාව සාපේක්‍ෂව අඩු ය.

  2) **ඇනෝඩ කුටීරයට අඛණ්ඩව සාන්ද්‍ර ලුණු ද්‍රාවණයක් පොම්ප කරන අතර අඛණ්ඩව ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය ඉවත් කිරීම සිදු කිරීම**
     - එසේ නොවුනහොත්, විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සමග Cl^- අයන සාන්ද්‍රණය වඩාත් අඩු වන විට දී OH^- අයන ඔක්සිකරණය වී O2 නිදහස් වීමේ සම්භාවිතාවය වැඩි විය හැකිය.
     - එම නිසා බ්‍රයින් ද්‍රාවණය මුළුමනින් ම විද්‍යුත් විච්ඡේදනයට භාජනය නොකර ඇනෝඩ කුටීරයට අඛණ්ඩව සාන්ද්‍ර ලුණු ද්‍රාවණයක් පොම්ප කරන අතර අඛණ්ඩව ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණය ඉවත් කිරීම ද සිදු කරයි.
     - එවිට Cl^- අයන සාන්ද්‍රණය ආසන්න වශයෙන් නියතව තබා ගත හැකිය.

- සමස්ථ කෝෂයම විද්‍යුත් වශයෙන් උදාසීනව පැවතීමද ඉතා වැදගත් කරුණකි.
    - පද්ධතිය තුළ Cl^- අයන සාන්ද්‍රණය අඩු වුවත් Na+ අයන සාන්ද්‍රණය අඩු නො වේ.
    - **පද්ධතිය තුළ (සමස්ත කෝෂය ම සැලකූ විට දී) විද්‍යුත් උදාසීනතාව පැවතීම මූලික ලක්ෂණයකි.**
    - එනම්, Cl^- අයන Cl2 ලෙසට ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයෙන් ඉවත් වන විට දී වෙනත් ඍණ අයනයක් ඇනෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට පැමිණීම හෝ Na+ අයන කැතෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට සංක්‍රමණය විය යුතු ය.
    - මෙහිදී සිදුවන්නේ, Na+ අයන කැතෝඩ කුටීර ද්‍රාවණයට සංක්‍රමණය වීමයි.

<u>පියවර 2 -</u> (කැතෝඩ කුටීරය තුළ දී H^+ ඔක්සිහරණය)

- ආරම්භයේ දී කැතෝඩ කුටීරය තුළ වූ මාධ්‍යයේ NaCl නැති නිසා එහි වූ ප්‍රධාන සංරචකය ජලය වේ.
  එම ජල අණු විඝටනය වී සමතුලිතතාවයක පවතී.

$$H_2O_{(l)} \rightleftharpoons H^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$$

- ජලීය Na^+ අයනයට වඩා පහසුවෙන්, විඝටනය වූ ජල අණු වලින් සෑදුනු H^+ අයනය ඔක්සිහරණය වේ.

$$2H^+ + 2e \longrightarrow H_2$$

  එම නිසා, ජල අණු විඝටනයෙහි ප්‍රතිඵලයක් වූ H^+ අයන දිගින් දිගට ඔක්සිහරණය වන නිසා ජල අණු ප්‍රතිවර්ත්‍යය ලෙස විඝටනය වී පවත්වා ගත් සමතුලිතාව බිඳ වැටේ.
- ජල අණු විඝටනයෙන් ලැබුණු H^+ අයන H2 ලෙස ඉවත් වීමත් සමඟ ජල අණු දිගින් දිගට විඝටනය වන නිසා කැතෝඩ කුටිය තුළ OH^- අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වේ.
- අඛණ්ඩව විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සිදු කරන විට, කාලයත් සමඟ කැතෝඩ කුටීරය තුළ OH^- අයන සාන්ද්‍රණය ඉහළ යයි.
- ඇනෝඩ කුටීරය තුළ Cl^- අයන ඔක්සිකරණ වී Cl_2 සෑදෙන ශීඝ්‍රතාවට සමාන ශීඝ්‍රතාවකින් කැතෝඩ කුටීරයේ H^+ අයන H_2 ලෙසට ඔක්සිහරණය වේ.
- පටල කෝෂය ආශ්‍රිතව වූ විද්‍යුත් විච්ඡේදනය සමඟ ඇනෝඩ කුටීරය තුළ Cl- අයන සාන්ද්‍රණය අඩු වුවත් Na^+ අයන සාන්ද්‍රණය අඩු නොවේ.
- එසේ ම කැතෝඩ කුටීරය තුළ ජල අණු විඝටනයෙන් ලැබෙන H^+ අයන ඔක්සිහරණය වන නිසා ම OH^- අයන සාන්ද්‍රණය වැඩි වීම සිදුවේ.
- මේ නිසා පටලය හරහා විද්‍යුත් විභව අන්තරයක් ගොඩනැගේ.
    - පටල කෝෂයේ ඇනෝඩ කුටීරය හා කැතෝඩ කුටීරය ධන අයන (Na^+) සඳහා පාරගම්‍ය පටලයකින් වෙන් කර ඇත.
    - මේ පටලයේ ඉතා කුඩා සිදුරු ඇති අතර, ඒ සිදුරුවල මායිම ආශ්‍රිතව ඍණ අයන බැඳී ඇත.
    - එහෙයින් ම ඒ සිදුර අවට අවකාශයේ ඍණ විද්‍යුත් ක්ෂේත්‍රය මඟින් සිදුර දෙසට ධන අයන ආකර්ෂණය වේ. ඍණ අයන විකර්ෂණය වේ.
    - එනම්,ඇනෝඩ කුටීරයේ වූ Na^+ අයන කැතෝඩ කුටීරයට සංක්‍රමණය වේ.

- එම Na^+ අයන, කැතෝඩ කුටීරය තුල ඇති OH^- අයන සමඟ ප්‍රතික්‍රියා කර NaOH නිපදවෙන අතර, එම NaOH ද්‍රාවණයේ සාන්ද්‍රනය (32%W/w) පමණ වන අතර නලයක් හරහ ඉවතට ගනු ලැබේ.

➢ ඉවත් කර ගන්නා (32%w/w) NaOH සබන් හා රෙදිපිළිනිෂ්පාදනවලට යොදා ගන්නා අතර, වාෂ්පීකරනය මගින් 99% w/w) ක් වූ NaOH බවටද පත් කළ හැකිය.

- ඇනෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව : $2Cl^-_{(aq)} \longrightarrow Cl_2 + 2e$
- කැතෝඩ ප්‍රතික්‍රියාව : $2\,H_2O_{(l)} + 2e \longrightarrow 2\,OH^-_{(aq)} + H_{2\,(g)}$
- සමස්ත ප්‍රතික්‍රියාව : $2\,NaCl_{(aq)} + 2\,H_2O_{(l)} \longrightarrow 2\,NaOH_{(aq)} + Cl_{2\,(g)} + H_{2\,(g)}$